

Alexsi Heino

CHEVROLET CAMARO RS5.0 MOOTTORIN MEKAANINEN VIRITTÄMINEN

Opinnäytetyö
Auto ja kuljetustekniikka ko

Huhtikuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 26.5.2011	
Tekijä(t) Aleksi Heino		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Auto ja kuljetustekniikka ko	
Nimeke Chevrolet Camaro RS5.0 moottorin mekaaninen virittäminen			
Tiivistelmä <p>Työn tavoitteena oli virittää mekaanisesti vuosimallin 1989 Chevrolet 305 kuutiotuumaista moottoria.</p> <p>Alkuperäisessä moottorissa oli 150 hevosvoimaa ja 230Nm vääntöä takapyörillä. Uudella moottorinkoonpanolla pitäisi teholumien nousta 250-300 hevosvoimaan ja 400-420 Nm vääntöä takapyöriltä.</p> <p>Moottorin purkamisessa keskityttiin osien merkkäämiseen kokoamista varten ja kuntokartoitettiin kaikki osat, mitä käytettiin uudelleen ja mitä ei. Hyvä osan kuntokaan ei auttanut, jos osa ei sopinut uuteen moottorin kokoonpanoon. Moottorin lohkon koneistukset hoidettiin ulkopuolisen koneistajan avulla, tässä tapauksessa työn hoiti Lahden kansityö.</p> <p>Uusien osien valinnassa keskityttiin laatuun budjetin sallimissa rajoissa. Valitsin myös osia sillä perusteella, että ne sopivat Chevyn 350 moottoriin. Uusien osien valinnassa mietittiin paljon myös moottorin hengittävyttä, jota saatiin paljon parannettua valitsemillani osilla. Chevroletin Tpi-imusarjasta muokattiin vakio Tpi:tä paremmin hengittävämpi malli kanavien avartamisella. Lopputuloksena moottorin pitäisi olla hyvin hengittävä, kierrosherkkä ja teholumien pitäisi olla tavoitteiden mukaiset. Moottorin nykyiset teholumemat jäävät arvioiden, laskelmien ja muiden kokemuksien varaan, koska moottorin polttoaineen syötön ja sytytyksen ohjaimia ei tässä työssä käsitelty.</p>			
Asiasanat (avainsanat) Chevrolet, Camaro, moottori, virittäminen			
Sivumäärä 29	Kieli Suomi	URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Janne Varis		Opinnäytetyön toimeksiantaja	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 26 th May 2011	
Author(s) Aleksi Heino		Degree programme and option Car and Transport technology	
Name of the bachelor's thesis Mechanical tuning of the engine of Chevrolet Camaro RS5.0			
Abstract <p>The aim of this work was to have 250-300 horsepower and 400-420 Nm torque in the rearwheel of Chevrolet Camaro RS5.0. There were 150 horsepower and 230 Nm torque in rearwheel in the original engine.</p> <p>This work tells how to disassemble, machine work and assemble the 305 cid engine of Chevrolet Camaro. The model year of the engine was 1989. I chose new parts and some of the old parts could be used. It had to be possible to improve the aspiration with the chosen parts. The parts had to have high quality and they had to be suitable for the other blocks as well.</p>			
Subject headings, (keywords) Chevrolet, Camaro, engine, tuning			
Pages 29	Language finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Janne Varis		Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	MOOTTORIN NOSTON VALMISTELEMINEN JA MOOTTORIN PURKAMINEN	2
2.1	Moottorin nosto ja sen valmistelemine	2
2.2	Moottorin purkaminen	3
3	MOOTTORIN LOHKON JA OSIEN KONEISTUS	6
4	MOOTTORIN KOKOAMINEN VALITUILLA KOMPONENTEILLA.....	7
4.1	Lohkon vesiproput sekä kampiakseli ja sen laakerit	7
4.2	Männänrenkaiden, mäntien, kiertokankien ja –laakereiden asennus.....	8
4.3	Öljypumpun asennus	8
4.4	Nokka-akselin valinta ja mittaaminen	9
4.5	Uuden jakopään ja nokka-akselin asennus	11
4.6	Kampiakselin, stefojen ja öljypohjan sekä jakopään kopan asennus	12
4.7	Keinuvipujen valinta ja työntötankojen mittaaminen.....	13
4.8	Sylinterikansien valinta ja asennus	16
4.9	Nostajien puhdistus ja asennus	18
4.10	Työntötankojen ja keinuvipujen asennus.....	20
4.11	Venttiilikoppien ja vesipumpun asennus sekä lohkon maalaus.....	20
4.12	Tpi-imusarjan bace platen asennus	21
4.13	Vauhtipyörän ja kytkimen asennus.....	21
4.14	Moottorin nosto takaisin moottoritilaan, uuden pakosarjan muokkaus sekä asentaminen ja pakoputkiston teko	21
4.15	Imusarjan loppuosan avartaminen ja asennus sekä dampperi ja hihnapyörien asennus	23
5	POHDINTA	27
	LÄHTEET	29
	LIITE	
	Liite 1 Uusien osien ja koneistuksien hinnat	

1 JOHDANTO

Raportissa perehdytään Chevroletin 305-kuutiotuumaisen V8- moottorin mekaaniseen virittämiseen. Alkuperäinen moottori oli vuosimallia 1989. Chevroletin 305 kuutiotuumaisen moottorin rakenne on varsin yleinen tuon ajan V8 moottorille. Moottori on nimensä mukaan 8 sylinterinen kahdessa neljän sylinterin rivissä v:n muodossa. Moottori on nestejäähdytteinen, kansiventtiileillä ja sylinterilohkossa sijaitsevalla nokka-akselilla varustettu, ns ”työntötankokone”

305- kuutiotuumainen Chevroletin moottori kuuluu Chevroletin pikkulohkojen ”perheeseen”. Chevroletin pikkulohkoja on valmistettu vuodesta 1954 tälle vuosituhannele saakka usealla eri porauksella ja iskunpituudella, toisin sanoen siis eri kuutiotuumaisina. Tätä kyseistä 305 kuutiotuumaista moottoria valmistettiin vuosina 1976-1992. 16 vuoden aikana tästäkin moottorista tehtiin useita tehoversioita, 130 hevosvoimasta 250 hevosvoimaan. Chevroletin pikkulohkoista vain 350 kuutiotuumaista versiota valmistettiin kauemmin[1.]

Tavoitteena on rakentaa tietyn budjetin rajoissa nykyaikaisempi, taloudellisempi, tehokkaampi ja paremmin säädettävä moottori.

Raportissa käsitellään alkuperäisen moottorin purkamista, moottorin osien koneistuksia, moottorin vanhojen ja uusien osien valintaa sekä moottorin kasaamista valituilla osilla. Moottorin ruiskun ja sytytyksen ohjausta ei käsitellä tässä työssä.

Moottorin tehoa nostettaessa ensiarvoisen tärkeää on tietenkin suunnittelu. On suunniteltava, mihin taidot riittävät, eli mitä pystyy itse tekemään tai muokkaamaan ja mitä osia ostaa valmiina ja mitä teettää muilla. Kannattaa ottaa myös selvää, minkälaisia viritysosia kohdemoottoriin on saatavilla tai miten mahdollisista alkuperäisosista voi hiomalla tai muuten muokkaamalla tehdä viritysosia. Tähän kyseiseen kohdemoottoriin oli saatavilla mitä vain viritysosia kaikenlaisilla virityasteilla, ainoastaan lompakon paksuus saneli rajoja minulle.

Nelitahtista polttomoottoria viritettäessä on hyvä muistaa, että kaikki vaikuttaa kaikkien. Jonkun tietyn osa-alueen virittämällä ei välttämättä ole minkäänlaista vaikutusta tai se voi huonontaa moottorin käyttäytymistä. Siksi täytyy miettiä koko mootto-

ria imuilman otosta pakoputkien päähän. Virityksissä täytyy muistaa myös fysiikan lait, ne eivät kumoudu, vaikka kuinka virittää.

Pääosassa moottorin virityksessä on tietenkin se, että lopputuloksena moottori pystyy imemään mahdollisimman viileää ja happirikasta ilman ja polttoaineen seosta maksimimäärän sylintereihin mahdollisimman hyvin sekoittuneena, puristaa seos kasaan ja sytyttää seos mahdollisimman oikealla hetkellä ilman nakutusta. Pakokaasut pitää poistaa mahdollisimman jouhevasti ja nopeasti hyvin virtaavaa pakoputkea pitkin ulkoilmaan. Kaikki kanavat, missä kaasuja liikkuu, on siis oltava samalla viritysstasteella tai muuten jossain ahdistaa ja huono virtaus toimii taas jarruna moottorille eli syö moottorin tehoa. Kaasujen liikkeiden ajoitukset ovat myös erittäin tärkeässä roolissa viritystoimenpiteitä tehdessä. Kaasujen liikkeistä huolehtii venttiilit sylinterinkansissa, jotka taas liikkuvat nokka-akselin mukaisesti. Nokka-akselin profiililla ja ajoituksella on suuri merkitys kaasujen vaihdossa.

Moottoria viritettäessä on huolehdittava, että kaikki osat ovat virheettömässä kunnossa. Laakerit ja laakerivälykset tulee olla kunnossa, kuten myös momentteihin kiristettävien osien kanssa pitää olla tarkkana.

2 MOOTTORIN NOSTON VALMISTELEMINEN JA MOOTTORIN PURKAMINEN

2.1 Moottorin nosto ja sen valmisteleminen

Työ aloitettiin nostamalla auto pukeille ja purkamalla konepelti pois. Seuraavaksi otettiin kardaanit pois ja pakoputket myös pois pakosarjojen jälkeen. Tässä vaiheessa irrotettiin myös moottorin startti ja kytkimen työsylinteri auton alapäihin. Startti irrotettiin vain moottorin ja vaihdelaatikon noston helpottamiseksi. Vielä ennen moottorin ja vaihdelaatikon nostoa moottorista purettiin päältä vanha yksipisteruisku ja johdotukset pois, kuten myös kaikki apulaitteet moottorin edestä, joita olivat laturi, vesipumppu, ohjaustehostimen pumppu ja apulaitteiden hihnankiristäjä. Myös jäähdytin ja flekti otettiin pois auton keulalta moottorin noston helpottamiseksi. Kun edellä mainitut oli purettu, moottori kiinnitettiin moottorinosturiin ketjulla. Kun nosturi oli valmiudessa, moottorin ja vaihdelaatikon kannakkeet irrotettiin, ja näin moottori ja vaihdelaatikko voitiin nostaa pois auton moottoritilasta. Moottori ja vaihdelaatikko nostettiin yhtenä

pakettina, kuten kuvassa 1. Vaihdelaatikko oli helpompi irrottaa moottorista hallin lattialla, kuin moottorin ja vaihdelaatikon ollessa paikallaan moottoritilassa.



KUVA 1. Moottorin nosto

Kun moottori ja vaihdelaatikko oli irrotettu toisistaan, vaihdelaatikko jätettiin hallin nurkkaan odottamaan auton kasausvaihetta. Vaihdelaatikko oli täysin toimiva, alle 200000 km ajettu, eikä pitänyt ylimääräisiä ääniä. Tämän perusteella vaihdelaatikkoon vaihdettiin vain öljyt.

2.2 Moottorin purkaminen

Moottori kiinnitettiin moottoripenkkiin moottorin purkamista varten. Ensimmäiseksi moottorista irrotettiin imusarja, joka oli kyllä alumiininen, mutta soveltumaton uuteen moottorin kokoonpanoon. Yksi vedenlämpöanturi otettiin imusarjasta talteen.

Seuraavaksi irrotettiin sylinterinkannet, joiden mukana lähti myös pakosarjat. Sylinterinkannet olivat toimivat, mutta karstaiset johtuen kuluneista venttiilivarren kumeista ja aika rikkaasta polttoaine-ilmaseoksesta, joka havaittiin tehon mittauksen yhteydes-

sä. Rikasseos johtui luultavasti vuotavista polttoainesuuttimista. Myös työntötangot lähtivät tässä vaiheessa irti.

Nyt nostajalaakso oli hyvin esillä, joten hydrauliset rullanostajat voitiin nostaa pois paikoiltaan. Kuvassa 2 on moottorin yläkerta purettu.

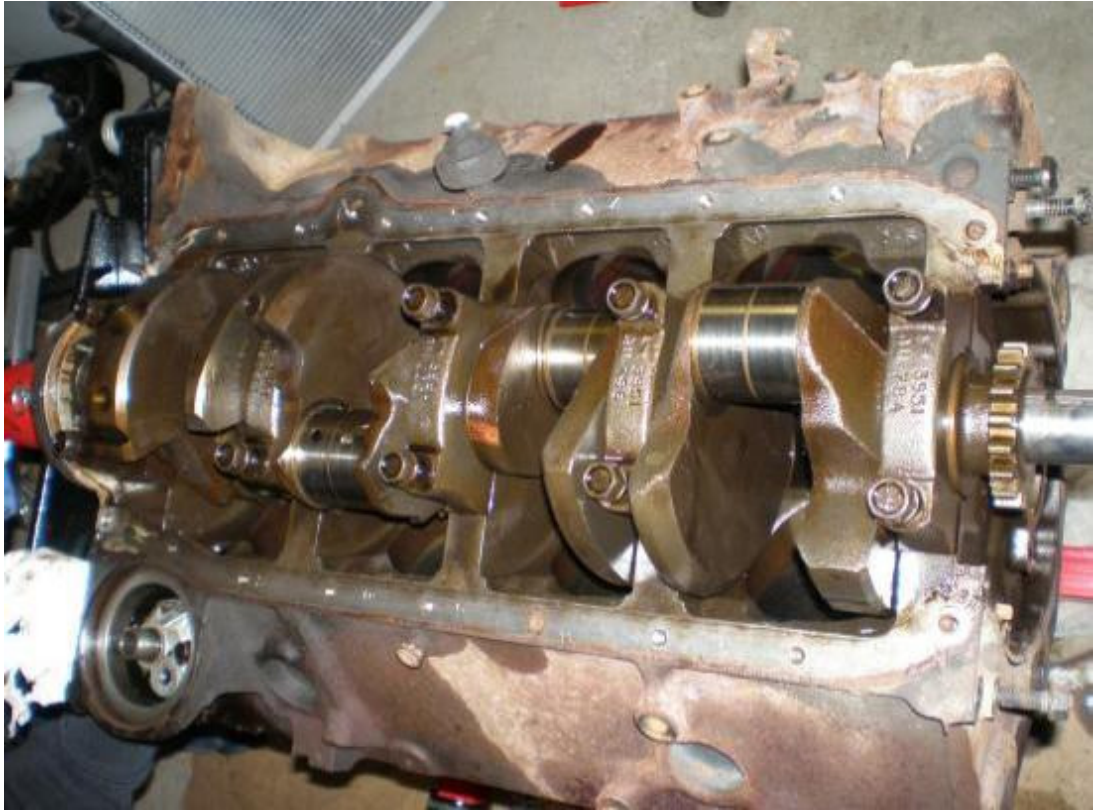


KUVA 2. Moottorin sylinterinkannet irrotettuna

Kampiakselin hihnapyörä ja dampperi olivat nyt irrotusvuorossa.

Seuraavaksi moottori käännettiin ylösalaisin moottoripukissa ja öljypohja irrotettiin. Tämän jälkeen kampiakselin takapään stefa voitiin irrottaa, kuten myös jakopään koppa. Myös öljypumppu irrotettiin tässä vaiheessa.

Nyt vuorossa oli kiertokankien irrotus kampiakselistä. Kiertokangen alapään kaksi pulttia otettiin irti, ja näin kiertokangen alapää meni kahteen osaan. Seuraavaksi kiertokanki ja mäntä voitiin työntää sylinteristä yläkautta ulos. Tämä toistettiin kaikille kahdeksalle kiertokanki-mäntä- yhdistelmälle. Kaikki kiertokanget merkattiin, jotta ne myöhemmin saatiin omille paikoilleen. Kuvassa 3 edellä mainitut osat on irrotettu.



KUVA 3. Männät ja kiertokanget irrotettu

Tässä vaiheessa moottorin lohossa oli enää jakopää, nokka-akseli ja kampiakseli kiinni, jotka irrotettiin seuraavaksi. Kampiakselin laakeripukit olivat ns.”large journal” kaksipulttiset nelipulttisten sijaan. Large Journal- laakeripukit olivat 9 mm korkeammat kuin tavalliset, joten ne vaativat 9 mm pidemmät uudet ARP:n kampiakselin pultit.

Jakopään ketju ja rattaat purettiin seuraavaksi. Ylemmästä rattaasta eli nokka-akselin rattaasta otettiin kolme pulttia pois, näin ylempi ratas ja ketju lähtivät irti nokka-akselista. Kampiakselin jakopääratas täytyi ottaa ulosvetäjällä pois.

Nyt nokka-akselin tiellä ei ollut kuin kahdella pultilla kiinni oleva lukitelevy, joka piti nokka-akselin paikallaan. Lukitelevy pois ja näin nokka-akselin voi vetää pois moottorista. Laitoin vielä jakopäänrattaan kiinni nokka-akseliin, jotta nokka-akselia oli helppo pitää suorassa koko ajan. Nokka-akseli piti vetää suorassa koko ajan, koska muuten se ei tule nokka-akselin laakeripesistä läpi.

Kun kaikki osat olivat irti moottorin lohokosta, päätin vielä ottaa vesiproput pois lohokosta, vaikka ne eivät olleet vuotaneet. Seuraavaksi tarkastelin lohkoa noin päällisin

puolin, eikä siinä näkynyt uutta kasausta haittaavia vaurioita. Vesiproppujen aukoista näki hyvin vesitilaan, mikä oli hyvin puhdas. Halkeamia ei näkynyt ja sylinteritkin olivat hyvässä kunnossa.

3 MOOTTORIN LOHKON JA OSIEN KONEISTUS

Alkuperäinen moottorin lohko ja mäntä-kiertokankiyhdistelmät vietiin koneistamo Lahden kansityölle, jossa moottorin sylinterit hoonattiin, dekkitasot suoristettiin, nokka-akselin laakerit vaihdettiin, kampiakselin laakeripesien pyöreys tarkastettiin ja laakerivälitys mitattiin uusien laakereiden kanssa. Kuvassa 4 moottorin lohko koneistettuna.

Kiertokankiin prässättiin uudet ARP:n pultit. Kiertokankien laakeripesien pyöreys tarkastettiin ja samalla laakerivälykset mitattiin koneistamolla.



KUVA 4. Lohko koneistettuna

4 MOOTTORIN KOKOAMINEN VALITUILLA KOMPONENTEILLA

4.1 Lohkon vesiproput sekä kampiakseli ja sen laakerit

Moottorin kasausta aloitettiin sillä, että moottorin lohko kiinnitettiin taas moottoripukkiin koneistuksen jälkeen. Uudet vesiproput asennettiin ensimmäiseksi sopivalla hylsillä ja kumivasaralla.

Moottorin kasausta jatkettiin asentamalla uudet Gleviten laakerit kampiakselin laakeripesiin. Vanha kampiakseli asennettiin öljyn kanssa paikoilleen ja laakeripukit pultattiin kiinni uusilla ARP:n 7/16" large journal -pulteilla niin kuin kuvassa 5. Pultit kiristettiin kolmessa osassa. Ensin pultit kiristettiin 30 ft-lbs, toisella kerralla 50 ft-lbs ja kolmannella kerralla lopulliseen momenttiin 70 ft-lbs [2]. Pultit rasvattiin kierteistä, pulttien kannan ja prikan välistä ARP:n omalla asennusrasvalla.



KUVA 5. Kampiakseli pultattu kiinni ARP:n pulteilla

Vanhaan kampiakseliin päädyttiin rahansäästösyistä ja koska se oli hyvässä kunnossa. Laakeripinnoissa ei ollut kulumia, eikä sinistymiä näkynyt.

4.2 Männänrenkaiden, mäntien, kiertokankien ja –laakereiden asennus

Alkuperäiset männät ja kiertokanget laitettiin myös tähän uuteen moottorin kokoonpanoon, koska nekin olivat hyvässä kunnossa. Mäntien laet ja männänrengasurat puhdistettiin bensiinillä, joista tulikin uuden veroiset puhdistuksen jälkeen. Mäntiin asennettiin Mellingin uusi männänrengassarja, jonka jälkeen männät ja kiertokanget olivat laakereita vaille asennettaviksi lohkoon paikoilleen ja kiinni kampiakseliin. Mäntäkiertokankiyhdistelmä siis työnnettiin sylinteriin sisään kiertokanki edellä kohti kampiakselia. Gleviten laakerit laitettiin kiertokangen ja kampiakselin väliin, ja niin kiertokanki voitiin taas pultata kiinni kampiakseliin. Kiertokangen pultin kierre rasvattiin ARP:n omalla asennusrasvalla, ja mutterit kiristettiin ohjeiden mukaan kolme kertaa 50ft-lbs momenttiin [2]. Kuvassa 6 ovat kiertokanget ja männät paikallaan.



KUVA 6. Kiertokanget ja männät paikallaan

4.3 Öljypumpun asennus

Nyt kun ns. moottorin alakerta oli paikoillaan, oli aika asentaa uusi öljypumppu paikoilleen. Vanha öljypumppukin oli täysin toimiva, mutta sen asentamista uudestaan ei

edes mietitty, koska uusi öljypumppu on niin pieni investointi rahallisesti ja todella helppo tässä vaiheessa asentaa.

Itse öljypumppu ja sihti toimitettiin erikseen, joten ne piti vielä liittää yhteen ennen varsinaista asennusta. Öljypumpun sihdin imupinnan ja öljypohjan väliin piti jäädä 8-9 mm:n väli, joten sihti piti asentaa tarkasti tiettyyn asentoon itse pumppuun. Asento haettiin tarkasti mittaamalla ja lopuksi asento tarkastettiin laittamalla 8 mm:n poranterä sihdin päälle teipillä kiinni, kuten kuvassa 7 ja 8. Seuraavaksi poranterään laitettiin rasvaa, jonka jälkeen öljypohja laitettiin kiinni. Kun öljypohja otettiin irti uudestaan, öljypohjaan oli jäänyt hipaisujälki poranterässä olevasta rasvasta. Näin sihti saatiin juuri oikealle korkeudelle. Sihdin asennon pysyvyys varmistettiin vielä hitsaamalla sihti kiinni itse öljypumppuun.



KUVA 7. Öljypumpun sihdin asennon mittausta



KUVA 8. Öljypumpun sihdin asennon mittausta

Öljypumppu kiinnitettiin vanhalla pultilla, joka voideltiin moottoriöljyllä. Kiinnityspultti kiristettiin 65 ft-lbs [3].

4.4 Nokka-akselin valinta ja mittaaminen

Vanhaa nokka-akselia ei enää käytetty moottorin uudessa kokoonpanossa, koska se oli liian mieto nostoltansa. Uudelle nokka-akselille asetettiin seuraavia vaatimuksia: nostoa ja nostoaikaa eli asteita piti olla enemmän sekä sen piti olla hydraulirullanostajalle tarkoitettu, kohtuuhintainen, mutta laadukas.

Uudeksi nokka-akseliksi valikoitui Comp cams:n cs xr270hr-10. Comp cams:lla oli hyvä suuntaa-antava nokka-akselin suunnitteluohjelma. Ohjelmaan syötettiin mootto-

rin tietoja ja omat vaatimukset, minkä jälkeen ohjelma tarjosi eri kierros- ja tehoalueille parhaiten sopivia nokka-akseleita. Tässä kyseisessä nokka-akselissa on imunokassa nostoa 0,495 tuumaa 1,5 vipusuhteella eli 12,57mm. Nostoa on 270 asteen ajan. Pakonokassa on nostoa 0,502 tuumaa 1,5 vipusuhteella eli 12,75 mm 276 asteen ajan. Paras toiminta-alue nokka-akselilla on 1600-5400 rpm. [4.]

Nokka-akselin ajoitusta mittattiin seuraavasti. Jakopää asennettiin nollakohtaan merkit vastakkain. Rupesin mittaamaan, osuuko nokka-akselille annettu imunokan centerline ollenkaan kohdalleen. 1. sylinterin päälle asennettiin lattarauta, jossa oli pultilla toteutettu rajoitin, ettei mäntä päässyt aivan yläkuolonkohtaan. Lattarauta oli taas tuettu tukevasti sylinterinkannen rei`istä pulteilla. Nyt moottoria pyöritettiin niin, että mäntä otti kiinni rajoitinpulttiin ja lukema otettiin ylös kampiakselin astelevyltä. Seuraavaksi moottoria pyöritettiin vastakkaiseen suuntaan, ja kun mäntä otti jälleen rajoitinpulttiin kiinni, luettiin astelevyltä osoittimen lukema. Yläkuolon kohta on näiden kohtien keskikohta. Seuraavaksi moottori käännettiin tarkasti yläkuolonkohtaan. Kun moottori oli käännetty yläkuolonkohtaan, astelevy käännettiin siten, että kampiakselin astelevyn osoitin osoitti 0 astetta. Nyt käänsin moottoria siten, että imunokan nostaja nousi 5 mm ja otin astelevyltä asteluvun, joka oli 68 astetta. Sitten käänsin moottoria lisää myötäpäivään niin, että nostaja kävi ylimmässä kohdassa ja laskeutui takaisin 5 mm:n kohdalle, ja otin astelukeman 144 astetta. Nyt laskemalla luvut yhteen ja jakamalla kahdella imunokan keskikohta eli centerline oli 106 astetta. Kyseiselle nokka-akselille juuri 106 astetta oli suositeltu centerline, joten tässä vaiheessa nokka-akseli jätettiin siihen. Jos nokka-akselin ajoitusta joutuu muuttamaan, on se tehtävä eri kokoisilla offset kiiloilla.

Mittasin nokka-akselin noston myös itse heittokellolla nokka-akselin ollessa moottorissa paikoillaan. Tulokseksi sain imunokan nostavan 1,5 vipusuhteella 12,21 mm 278 asteen ajan. Pakonokan nostoksi sain 1,5 vipusuhteella 12,73 mm 310 asteen ajan.

Nokka-akselin nostot mitattiin vaihtamalla löysät jouset 1. sylinterinkanteen, jotta nostajat eivät painuneet kasaan. Heittokello asennettiin keinuivun päälle mittaamaan venttiilin liikettä. Näin venttiilien nousu mitattiin kampiakselilla olevan astelevyn avulla 2 asteen välein.

Mittasin myös tilanteet, jolloin imu- ja pakoventtiili olivat kaikkein lähimpänä mäntää. Imuventtiili ehti työntyä alaspäin 3,1 mm, ja mäntä oli silloin mennyt vain millin alaspäin. Yläkuolonkohta oli 0,6 mm alle kansitason, kannentiiviste oli 0,53 mm paksu ja männässä oli venttiilien kohdalla 4 millin kolo alaspäin. Lisäksi imuventtiili oli 0,5 mm ylempänä kuin kannen alapinta. Näin laskemalla männän ja venttiilin väliin jäi 3,5 mm. Pakoventtiili oli mäntää lähimpänä, kun mäntä oli vielä yläkuolonkohdassa, mutta pakoventtiili oli työntynyt alaspäin jo 1,75 mm. Pakoventtiili vielä pienempänä venttiilinä oli syvemmillä kannen palotilassa, noin 2 mm syvyydessä. Männän ja pakoventtiilin väliin jäi siis vähimmillään 5,3 mm.

4.5 Uuden jakopään ja nokka-akselin asennus

Vanha jakopää heitettiin romukoppaan ja tilalle asennettiin Comp cams:n jakopää. Tässä vaiheessa laitoin jakopään ylemmän rattaan kiinni nokka-akseliin, jotta nokka-akseli oli hyvä työntää paikoilleen. Kuvassa 9 nokka-akseli on menossa paikoilleen.



KUVA 9. Nokka-akseli menossa paikoilleen

Kun nokka-akseli oli paikoillaan, otettiin jakopään ratas irti. Nyt nokka-akseli lukittiin kahdella pultilla ja lukituslevyllä paikoilleen. Pultteihin vielä ruuvilukitetta ja nokka-

akselin asennus oli valmis. Jakopään alempi ratas eli kampiakselin ratas työnnettiin kiilan kanssa kampiakseliin paikoilleen dampperin ja dampperin pultin avulla ja sitten taas dampperi pois itse tehdyllä ulosvetäjällä. Dampperi otettiin pois siksi, että jakopääketju ja –koppa ja ylempi ratas on vielä asentamatta. Seuraavaksi jakopään ketju laitettiin alemman rattaan ympäri ja sitten ylemmän rattaan ympäri ja samalla ylempi ratas laitettiin paikoilleen ohjuritappiin katsoen samalla, että ajoitusmerkit ovat ylemmässä ja alemmassa rattaassa vastakkain. Kun ajoitusmerkit olivat vastakkain, ylempi ratas kiinnitettiin kolmella pultilla 20 ft-lbs ja ruuvilukitteella [3]. Uusi jakopää asennettuna kuvassa 10.



KUVA 10. Uusi jakopää

4.6 Kampiakselin stefojen ja öljypohjan sekä jakopään kopan asennus

Kampiakselin takapään uusi stefa asennettiin alumiiniseen kehtoon, minkä jälkeen stefa pujotettiin kampiakseliin ja kehto pultattiin tiivisteen kanssa moottorin lohkoon neljällä pultilla.

Kampiakselin etupään uusi stefa asennettiin vanhaan jakopään koppaan, joka oli puhdistettu ruosteesta ja liasta. Nyt jakopään koppa oli kiinnitystä vailla. Jakopää kiinni-

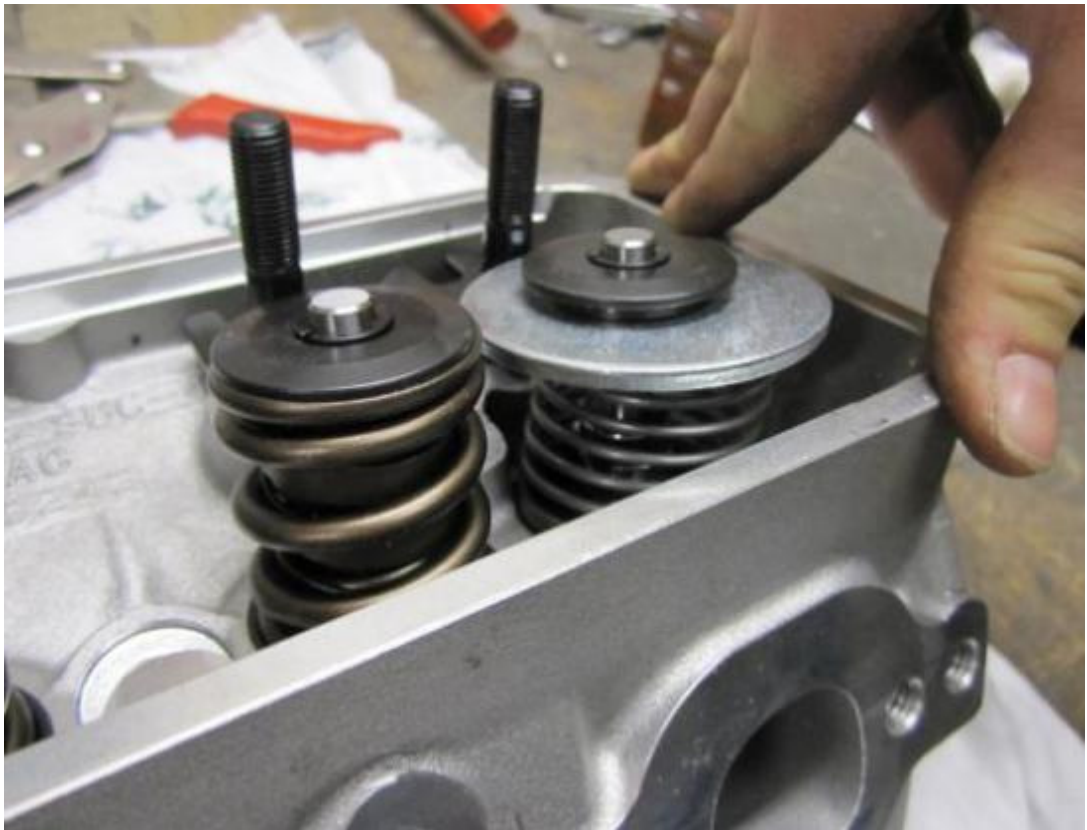
tettiin kymmenellä uudella pultilla, tiivisteellä ja tasotiivisteellä vuodon mahdollisuuden minimoimiseksi. Pultit voideltiin moottoriöljyllä ja kiristettiin 6 ft-lbs. Kovempi kiristys sai jakopään kopan taipumaan luonnottomaksi, ja se olisi jäänyt varmasti vuotamaan.

Liasta ja ruosteesta putsattu öljypohja oli seuraavaksi kiinnitysvuorossa. Öljypohjan tiiviste laitettiin vielä lohkon ja öljypohjan väliin, ja näin öljypohja oli valmis kiinnitettäväksi. Öljypohja kiinnitettiin uusilla pulteilla, jotka kiristettiin 12 ft-lbs.

4.7 Keinuvipujen valinta ja työntötankojen mittaaminen

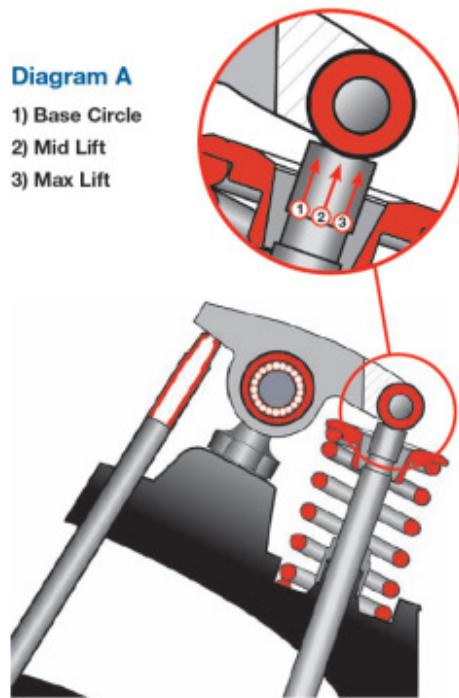
Alkuperäiset keinuvivut vaihdettiin Scorpionin rullakeinuvipuihin moottorin kierosherkkyyden tavoittelemiseksi. Kun keinuvipu oli paikoillaan, aloitettiin työntötangon mittaaminen. Työntötangot piti uusia, koska keinuvivut, kannet ja kannetiivisteet olivat muuttuneet toisenlaisiksi alkuperäisistä. Apuna käytettiin säädettävää työntötankoa, jonka pituutta voi muuttaa.

Työntötangon oikea mitta haettiin seuraavasti. Toisen Trick Flow:n sylinterinkannen yhteen imu- ja yhteen pakoventtiiliin vaihdettiin venttiilijousien tilalle löysät jouset (kuva 11) ja sylinterinkansi pultattiin kevyesti kannentiivisteiden kanssa moottorin lohkoon. Löysät jouset piti vaihtaa sylinterikanteen, ettei jäykkä venttiilinjousi paina tyhjää hydraulirullanostajaa kasaan työntötangon välityksellä, koska nostajassa ei ole öljynpainetta. Seuraavaksi säädettävä työntötanko laitettiin paikoilleen keinuvivun ja nostajan väliin. Moottoria pyörittämällä nostaja nostettiin nokka-akselin nousun puoleenväliin, ja tällöin keinuvivun rullan täytyi painaa venttiilin päätä keskeltä. Jos keinuvivun rulla ei ollut keskellä venttiilin päätä, moottoria pyöritettiin takaisin päin niin, että nostaja laski alas. Jos äskeisessä tilanteessa keinuvivun rulla meni ohi venttiilinpään keskikohdan ns. moottorin ulkopuolelle päin, oli työntötanko liian pitkä ja keinuvipu siten liian korkealla. Jos taas keinuvipu ei ylettänyt venttiilinpään keskipisteseen, oli työntötanko liian lyhyt.



KUVA 11. Pakoventtiilissä löysä jousi

Kun säädettävä työntötanko oli säädetty sellaiseen mittaan, että nostajan nousun puolivälissä keinuivivun rulla oli painamassa venttiilinpäätä keskeltä alaspäin, oli työntötanko oikean mittainen. Työntötangon oikea mitta varmistettiin vielä nostajan ylös- ja alas liikkeellä, jotta keinuivivun rulla kosketti venttiilinpäätä vain tasaisesti molemmin puolin keskikohtaa (kuva 12) [4].



KUVA 12. Oikea keinuvivun rullan kosketus venttiilin päähän

Työntötankojen ohjainlevyistä, keinuvipuruuvien alta jouduttiin jyrsimään milli levyä pois (kuva 13), jotta keinuvipu putosi tarpeeksi alas ja keinuvivun liike saatiin oikeanlaiseksi.



KUVA 13. Työntötangon ohjainlevyn jyrsimä

Seuraavaksi työntötanko mitattiin ja tilattiin sen pituiset työntötangot. Sitten sylinterinkansi otettiin irti moottorista ja oikeat venttiilinjouset asennettiin takaisin venttiileihin.

4.8 Sylinterikansien valinta ja asennus

Rautaiset alkuperäiset sylinterinkannet korvattiin Trick Flow tfs-30300007-alumiinikansilla. Pako- ja imukanavat olivat huomattavasti suuremmat. Pakoventtiili oli samankokoinen kuin vanhassa kannessa eli 1,5 tuumaa eli 38 mm, mutta itse kanava oli huomattavasti isompi. Imuventtiili oli 1,940 tuumaa, kun vanhassa rautakannessa se oli 1,820 tuumaa. Imuventtiili on siis 0,120 tuumaa eli 13,84 % isompi. Uudet Trick Flow:n sylinterinkannet olivat valmiiksi kasatut käsittäen venttiilit, tupla-venttiilinjouset, keinuvipuruuvit ja työntötankojen ohjainlevyt. Maksimi venttiilinnosto näissä sylinterin kansissa on 0,6 tuumaa eli 15,24 mm. Kansien palotila on 56 cc.

Seuraavaksi sylinterikansien ja moottorin lohkon väliin asennettiin Fel-Pro:n sylinterinkannentiivisteet, jotka kasaan puristettuna olivat 0,021 tuumaa paksuja eli 0,53 mm. Sylinterinkannet pultattiin kiinni kolmessa vaiheessa tietyssä järjestyksessä ARP:n uusilla pulteilla. Pultit kiristettiin ensin 30ft-lbs, toisessa vaiheessa 50ft-lbs ja kolmannessa vaiheessa lopulliseen momenttiin 70ft-lbs (kuva 14) [2]. Pulttien kierrepäihin laitettiin tiivistysainetta, koska pultit menivät vesitilaan.



KUVA 14. Sylinterinkannet pultattu kiinni

Uusiin alumiinisylinterinkansiin päädyin monesta syystä. Ensinnäkin vanhat rautakannet olivat painavat, ja ne olisivat tarvinneet täysremontin ja kanavien suurentamisen toimiakseen uudessa moottorin kokoonpanossa. Vanhojen sylinterikansien remontoiminen ei olisi tullut uusia sylinterikansia halvemmaksi, joten siihen leikkiin ei lähdetty. Lisäksi vanhoista kansista voi saada vielä muutaman euron myymällä.

Puristussuhteeksi näillä kansilla ja kannentiivisteillä tuli maltilliset 9,4:1. Puristussuhdetta oli tarkoitus nostaa hieman korkeammaksi, mutta kun alkuperäisten sylinterinkansien 54 cc palotilaa ei löytynyt järkevänlaisista uusista kansista ja vielä ohuemmalle sylinterinkannentiivisteelle olisi joutunut jyrsimään urat liekkirenkaille kansiin tai lohkon. Alkuperäinen palotila mitattiin laittamalla läpinäkyvä muovilevy sylinterinkannen palotilan päälle, jossa oli pieni tiukka reikä lääkeruiskua varten. Palotila täytettiin öljyllä lääkeruiskulla, jonka asteikolta luettiin palotilaan ruiskutetun öljyn määrä. Mäntien kolot mitattiin samalla tekniikalla. Puristussuhde jäi suunnilleen samaan kuin alkuperäisessä moottorissa, koska silloin oli kansissa pienempi palotila, mutta kannentiivisteet olivat taas paksummat. Vanha puristussuhde oli 9,2:1.

Alkuperäinen puristussuhde laskettiin kaavalla $CR = \frac{CV + CCV}{CCV}$ (1)

,jossa CR =puristussuhde
 CV =sylinterin iskutilavuus (cm³)
 CCV =sylinterin puristutilavuus (cm³)

Alkuperäiset arvot sijoitetaan kaavaan $CR = \frac{624,8 + 75,932}{75,932} = 9,22$

Uusi puristussuhde lasketaan luonnollisesti samalla kaavalla, mutta uusilla arvoilla.

$$CR = \frac{624,8 + 74,247}{74,247} = 9,4$$

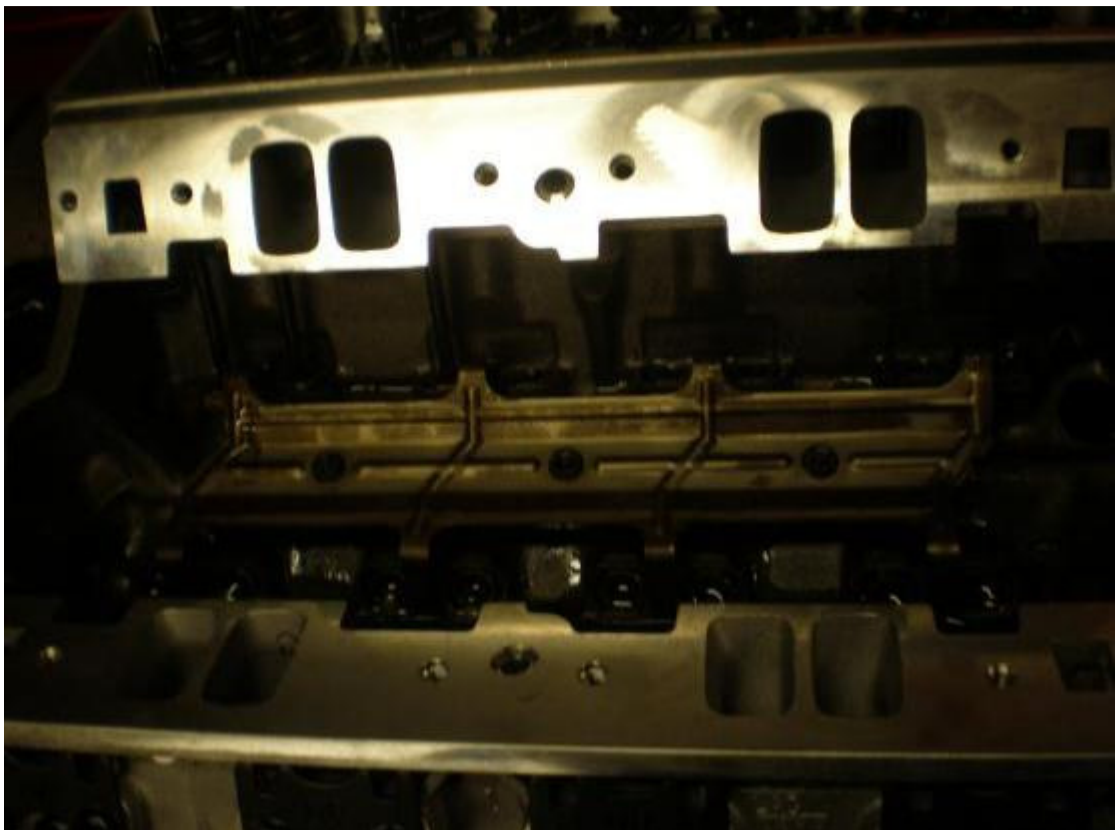
Puristussuhteen lasku yhtälön 1 mukaan [5, s. 40].

4.9 Nostajien puhdistus ja asennus

Alkuperäisessä moottorissa oli jo hydrauliset rullanostajat, jotka olivat hyvässä kunnossa. Nostajat vain purettiin ja tarkastettiin (kuva 15), ettei niiden sisällä ole mitään vaurioita. Nostajat kasattiin öljyn kanssa ja laitettiin paikoilleen lukkolevyjen kanssa, jotka pitävät nostajat oikeassa asennossa. Seuraavaksi pultattiin paikoilleen kahdeksanjalkainen jousipelti, joka pitää nostajien lukkolevyt paikoillaan (kuva 16).



KUVA 15. Nostaja purettuna



KUVA 16. Nostajat, lukkolevyt ja jousipelti paikallaan

4.10 Työntötankojen ja keinuviipujen asennus

Nyt asennettiin jo aikaisemmin mitatut ja tilatut Comp camsin 7,1 tuumaa pitkät ja 5/16 tuumaa paksut työntötangot ja Scorpionin 1,5 vipusuhteen keinuviivut. Työntötangot asennettiin nostajien ja keinuviipujen väliin siten, että keinuviivua kiristettiin alaspäin niin kauan kun työntötanko lakkasi herkästi pyörimästä sormilla. Tämän jälkeen keinuviivun säätömutteria kiristettiin vielä puoli kierrosta ja lukittiin siihen (kuva 17).



KUVA 17. Keinuviivut ja työntötangot asennettu

4.11 Venttiilikoppien ja vesipumpun asennus sekä lohkon maalaus

Moottorin ulkonäön vuoksi venttiilikopiksi ostettiin Proformin mustaksi maalatut alumiiniset puolikorkeat punaisella Chevrolet tekstillä varustetut venttiilikopat. Uusi vesipumppu ja moottorin kumityynyjen korvakkeet asennettiin, ja moottorin lohko maalattiin mustaksi.

4.12 Tpi-imusarjan bace platen asennus

Imusarjaksi asennettiin itse avarrettu ja kiillotettu Tpi. Egr tukittiin tig hitsauksella ja egr venttiilin kohtaan pultattiin alumiinilaippa tiivisteen kanssa. Imusarjan kanavia avarrettiin suorahiomakoneella ja alumiinille tarkoitettulla jysinterällä. Imusarja pohjaosa eli bace plate kiinnitettiin moottoriin Arp:n pulteilla.

4.13 Vauhtipyörän ja kytkimen asennus

Moottori nostettiin moottorinosturilla pois moottoripukista, jotta vanha vauhtipyörä saatiin pultattua kampiakseliin. Vauhtipyörä kiristettiin Arp:n pulteilla 50ft-lbs momenttiin. Uusi Zoom:n kytkin voitiin nyt asentaa. Zoomin paineasetelma pultattiin 35ft-lbs paineasetelman mukana tulleen kytkinakseli ohjurin kanssa. Alkuperäinen vakiokytkin vaihdettiin Zoom:n kytkimeen, joka varmasti kestää suunnitellun tulevan tehonlisäyksen ja se oli helppo tässä vaiheessa vaihtaa. Zoom lupaa, että kytkin kestää 800 lb-ft väännön [6]. Kun paineasetelma oli kiinni ja painelaakeri oli kytkinakselissa haarukassa, voitiin itse vaihdelaatikko kiinnittää.

4.14 Moottorin nosto takaisin moottoritilaan, uuden pakosarjan muokkaus sekä asentaminen ja pakoputkiston teko

Kun vaihdelaatikko oli kiinni, moottori ja vaihdelaatikko nostettiin paikoilleen yläkautta pujottamalla. Moottorin ja vaihdelaatikon kiinnikkeet ja kardaani pultattiin kiinni. Tässä vaiheessa vaihteistoon vaihdettiin öljyt, koska ne eivät enää valuneet pois vaihdelaatikon takapäästä kardanin ollessa paikoillaan.

Vanhat valurautapakosarjat vaihtuivat Hedman Heddersin peltipakosarjoihin (kuva 18). Pakosarjat ovat 8 millin laipalla, 1 5/8 tuuman putkilla ja 3 tuuman kollektoreilla. Putkia avarrettiin heti laipan päistä ja oikealla puolelle pakosarja olisi käynyt muokkaamattakin. Vasemmalle puolelle joutui tekemään kohtalaisen suuria muutoksia, koska kytkinsylinteri oli pahasti kollektorin tiellä. Kollektoria muutettiin siten, että se vietiin auton suunnassa taaksepäin noin kymmenen senttiä kollektorin asentoa ja pituutta muuttaen. Lisäksi kaikki neljä putkea katkaistiin melkein kokonaan kyseisestä pakosarjasta laipan päistä. Sitten kollektoria taivutettiin auton poikkisuunnassa lievästi noin kaksi cm. Tämän jälkeen taas neljä putkea hitsattiin ehjäksi. Koska vasemman

puolen kollektoria joutui muokkaamaan, oikean puolen kollektori tehtiin myös samantyyppiseksi. Kumpaankin kollektoriin hitsasin vielä paikat lambda-antureille. Pakoputket vietiin kollektoreilta kahdella 2,5-tuumaisilla putkilla auton taakse (kuva 19). Molempiin putkiin laitettiin puoliläpivirtaavat dynomax äänenvaimentimet. Vaikka pakoputkisto on olennainen osa moottorin hengittävyyttä, sitä ei ruvettu sen suuremmin laskemaan. Alkuperäinen yksi 2,5-tuumainen putki, johon meni kaikki kahdeksan sylinterin savut, riitti ainakin sinne 150 hevosvoimaan, joka tehomittauksessa todettiin. Lisäksi alkuperäisen putken mutkat olivat vielä ohuempia kuin 2,5 tuumaa. Näin ollen uusi putkisto kahdella 2,5” putkella pitäisi riittää ainakin 300 hv.



KUVA 18. Hedman hedders- peltipakosarja



KUVA 19. Pakoputkisto

4.15 Imusarjan loppuosan avartaminen ja asennus sekä dampperi ja hihnapyörien asennus

Taas siirryttiin moottorin päälle, ja imusarjan bace plateen pultattiin vanha virranjaka- ja pyörittämään öljypumppua. Tpi:n polttoainekiskot asennettiin seuraavaksi. Kiskoihin oli vaihdettu 22 lbs/hr(231cm³/min) virtaavat polttoainesuuttimet Accelin 26 lbs/hr (273cm³/min) virtaaviin. Uudet polttoainesuuttimet riittävät kahdeksansylinterisessä moottorissa 80 % käyttösuhteella noin 350 hv [7]. Polttoainekiskoon vaihdettiin vielä BBK:n säädettävä bensapaineensäädin.

Polttoainesuuttimen kokoa laskin 300 hv tehotavoitteen mukaan seuraavasti kaavalla 2.

$$\text{Suihkusuuttimen teoreettinen virtaus } TF = \frac{HP \times K}{c} \quad (2)$$

TF= teoreettinen virtaus (cm³/min)

HP= moottorin maksimiteho (hv)

K= kerroin (4,6 vapaasti hengittävälle moottorille)

C= sylinterien lukumäärä

$$TF = \frac{300 \times 4,6}{8} = 172,5$$

172,5 cm³/min pitäisi olla yhden sylinterin polttoaineen virtausmäärä, jolla olisi mahdollista tuottaa 300hv.

$$\text{Suihkusuuttimien staattinen virtausarvo } SF = \frac{TF \times 100}{N \times M} \quad (3)$$

SF= staattinen virtausarvo (cm³/min)

TF= teoreettinen virtaus (cm³/min)

N= suuttimien lukumäärä per sylinteri

M= suuttimien käyttösuhte (%)

$$SF = \frac{172,5 \times 100}{1 \times 80} = 215,6$$

Suuttimien riittävyys laskut kaavojen 2 ja 3 mukaan [8, luku 7, s. 27-28].

Näin laskettuna 231 (cm³/min) virtaava suutin riittäisi 300 hevosvoimalle, mutta jos käyttösuhdetta pudottaa vaikka 70 %:iin, niin se ei riitäkään. Tietysti sitä voi kompensoida bensiinin suihkutuspaineella. Kuitenkin hankin uudet isommat 273 (cm³/min) suuttimet, koska vanhojen suuttimien kunnosta ei ollut tietoa.

Nyt jatkettiin Tpi- imusarjan kasaamista runnereiden muokkaamisella paremmin virtaaviksi. Runnereista muokattiin isommat avaamalle viereiset putket keskeltä ja teke-mällä niihin uudet sopivat palat alumiinipelistä (kuva 20), jotta siitä tuli yksi iso ka-nava. Alumiinipeltipalat hitsattiin runneriputkiin Tig-hitsauskoneella. Samalla egr:n toistokanavat hitsattiin umpeen. Runnerikanavien alapäätt avarrettiin vielä suora-hiomakoneella yhtä isoiksi kuin imusarjan pohjaosan, eli bace platen kanavat olivat jo aikaisemmin avaritettu. Tiivisteiden reiät suurennettiin myös vastaamaan kanavien kokoa. Nyt imusarjasta oli vielä muokkaamatta kaasuläpän ja runnereiden välinen ilmakotelo. Ilmakotelosta hitsattiin egr:n reiät umpeen ja kaasuläpän aukot avarrettiin 48 mm:n aukoista 52 mm:n aukoiksi vastaamaan 52 mm:n kaasuläppää. K&N:n va-paavirtausilmansuodin asennettiin vielä kaasuläpän etupuolelle (kuva 21).

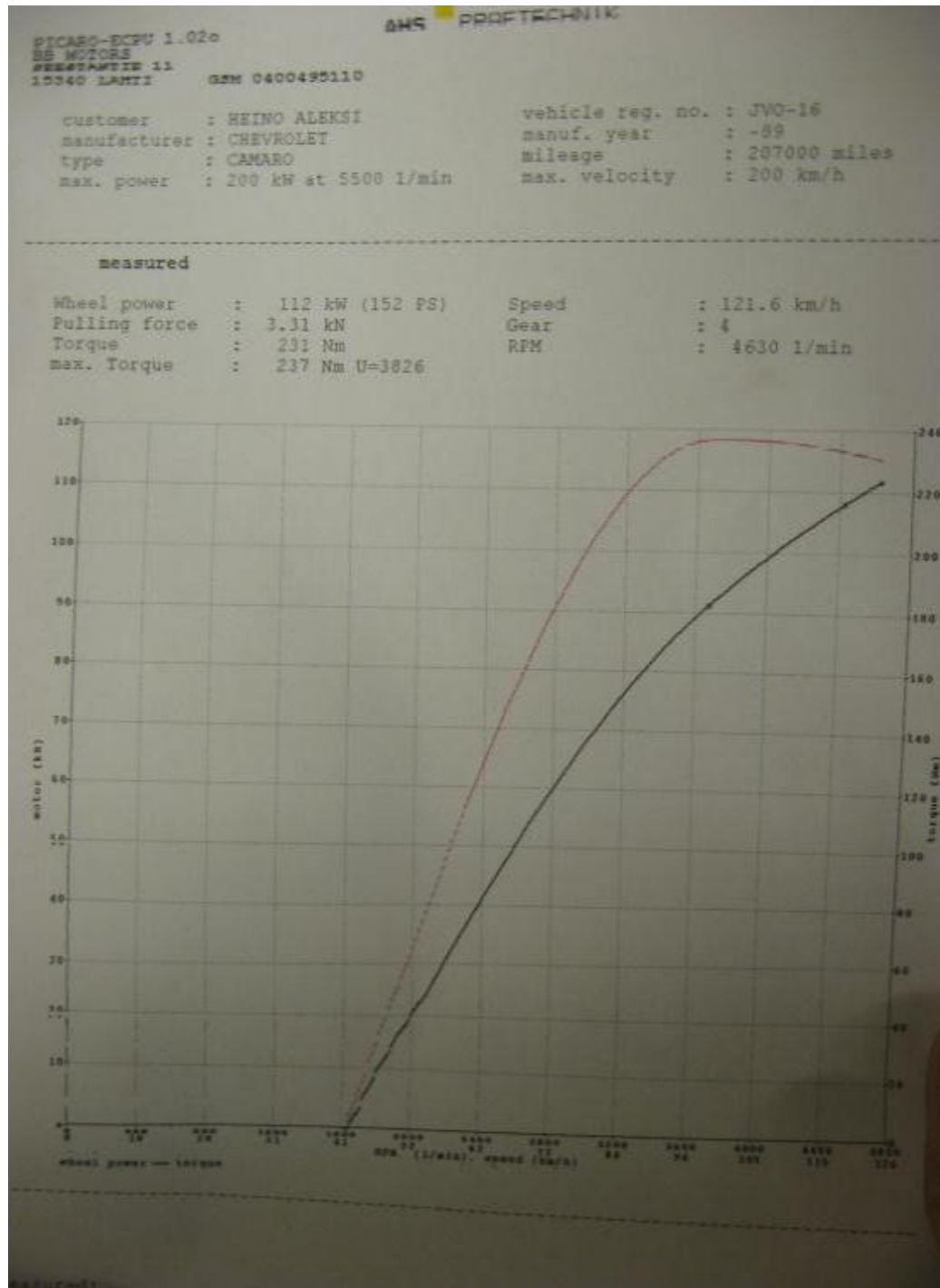


KUVA 20. Runneriputkien muokkaaminen isommiksi kanaviksi



KUVA 21. K&N ilmansuodin ja valmis moottori

Koko Tpi-imusarja oli nyt avarrettu sen verran, että virtausta pitäisi riittää vakio- Tpi-imusarjaa reilusti enemmän. Vakio Tpi-imusarjaa käytettiin Chevyn 240 hevosvoiman koneessa, ja Tpi riittäisi vakiona vielä korkeammille teholumille muiden kokemusten perusteella. Tämä oma avarrettu imusarja pitäisi riittää hyvin 350 hevosvoiman lukemiin ja 450 Nm:n vääntölukemiin. Alkuperäisessä moottorissa oli tehoa takapyörillä 150 hevosvoimaa ja 230 Nm vääntöä. Kuvassa 22 alkuperäisen moottorin tehokäyrä.



KUVA 22. Alkuperäisen moottorin tehokäyrä

Lopuksi uusi dampperi ja alkuperäiset hihnapyörät kiinni. Näin uusi moottorin kokoonpano oli kasattu.

5 POHDINTA

Työ aloitettiin moottorin purkamisella osiin ja siinä purkuvaiheessa aloin jo kartoittaa, mitä uusia osia pitää hankkia ja mitä vanhoja osia voi käyttää. Budjetti oli rajallinen, josta tietty osa meni myös ruiskun osien hankkimiseen ja rakentamiseen. Alkusuunnitelmat hankkia 383 kuutiotuumaiseksi porattu 350 kuutiotuuman lohko ja sitä kautta suuremmat teholumemat romuttuivat, koska se olisi tullut kalliimmaksi. Toiseksi auton voimansiirto ei olisi kestänyt 383 moottorin tehoreserviä. Siksi päätin hylätä moottorin lohkon vaihdon, koska aikomuksena ei ollut tehdä voimansiirrolle toimenpiteitä. Näin ollen tuli suunniteltua mielestäni järkevin osavalinnoin mukavasti piristetty Chevyn 305 kuutiotuumainen moottori.

Modernimmaksi moottoria päivitettiin uusilla osilla, kuten rullakeinuvivuuilla, paremmin hengittäväillä nokka-akselilla ja sylinterinkansilla, jotka ovat raudan sijasta alumiiniset. Taloudellisuutta ajateltiin rakennettaessa moottori monipisteruiskulla toimivaksi. Lisäksi nokka-akselin valinnassa ei päädytty kaikkein rankimpaan nokka-akseliin moottorin käyttömukavuuden ollessa etusijalla. Nokka-akselilta haettiin hyvää alavääntöä ja hengittävyyttä aina 6000 kierrokseen asti.

Käyttämäni moottorinosat olisi saanut paljon halvemmalla, mutta panostin mieluummin osien laatuun kuin niiden halpaan hintaan. Pyrin valitsemaan osat niin, että ne käyvät myös Chevyn 350:een moottoriin, joka onnistuikin hyvin. Mikäli myöhemmin tulee jotain ongelmia moottorin kanssa tai kyllästyn tähän moottorikombinaatioon, voin hyödyntää näitä valitsemiani osia vaikka kokonaan toiseen 350 cid- lohkoon. Osien ja koneistuksien hinnaksi tuli yhteensä n. 5000 euroa (liite 1).

Moottorin hengittämiseen yritin panostaa ja mielestäni niiltä osin onnistuinkin. Imusarjan avartaminen vaatii suurimman työn sekä ajallisesti että fyysisesti ja egr poistettiin kokonaan, koska auto ei ole vähäpäästöinen. Kuljettajan puoleisessa pakosarjassakin oli kohtalainen työ, että se sopi hyvin paikalleen. Loppu- pakoputki olikin sitten pelkkää sovittamista ja hitsaamista.

Tarkemmista moottorin teholumukemista ei vielä voi sanoa varmasti vielä mitään, koska moottorista puuttuu vielä ruiskun ohjaus. Megasquirt- ja Edis- sytytys ovat jo hyllyssä valmiina johdotuksia ja asentamista varten, mutta voi olla, että ruiskun ja sytytyksen ohjauksesta vastaa joku luotettavampi ohjain, esimerkiksi Kms tai vastaava.

Näillä moottorin osilla ja moottorin parametreillä pitäisi päästä noin 250-270 hv:n takapyörätehoon ja noin 400-420 Nm vääntöön, mikäli desktop Dyno- ohjelmaan on yhtään uskomista. Ohjelma otti hyvin huomioon moottorin erilaiset parametrit ja luulen, ettei se ole kovin kaukana todellisuudesta ottaen huomioon, mitä muut virittäjät ovat saaneet tehoja ulos vastaavanlaisista kokonaisuuksista. Puristussuhdetta olin suunnitellut lievästi ylemmäksi, mutta eipähän käy tehot liiaksi rasittamaan alakertaa.

LÄHTEET

- [1] Offroaders 2011. Ylläpitäjän www-sivut. <http://www.offroaders.com/tech/Chevy-Small-Block-V8.htm>. Päivitetty 27.2.2009. Luettu 13.5.2011
- [2] Automotive racing products 2011. Yrityksen www-sivut. http://arp-bolts.com/pages/technical_torque_us.shtml. Päivitetty 17.5.2011. Luettu 10.10.2010
- [3] BoxWrench 2011. Ylläpitäjän www-sivut. <http://www.boxwrench.net>. Päivitetty 9.4.2011. Luettu 12.10.2010
- [4] Compcams 2011. Yrityksen www-sivut. <http://www.compcams.com>. Päivitetty 17.5.2011. Luettu 10.12.2010.
- [5] A. Graham Bell. Uusi moottoritekniikka, virittäminen ja säätäminen. Helsinki. Alfamer Kustannus Oy. 1998, 2004.
- [6] Zoom performance product 2011. Yrityksen www-sivut. <http://zoomperformance.com> Päivitetty 24.5.2011. Luettu 20.4.2011
- [7] Megamanual 2011. Ylläpitäjän www-sivut. <http://www.megamanual.com>. Päivitetty 11.1.2011. Luettu 23.3.2011.
- [7] A. Graham Bell. Nelitahtimoottorin virittäminen. Helsinki. Alfamer Oy. 2007.

LIITE 1.**Uusien osien ja koneistuksien hinnat**

Chevy sb -89 Uudet osat/koneistukset	
Uudet osat:	Euroa
Kampiakselin laakerit	27
Kampiakselin pultit	25
Kiertokankien laakerit	18
Kiertokankien pultit	52
Mäntien männänrengassarja	40
Öljypumppu	29
ÖP-siht	20
ÖP-akseli	8
Nokka-akselin laakerit	17
Jakopää	73
Nokka-akseli	312
Sylinterinkannet	1300
Sylinterinkansien pultit	65
Keinuvivut	255
Työntötangot	155
Venttiilikopat	165
kytkin	359
pakosarjat ja tiivisteet	500
pakosarjojen pultit	15
Koko imusarja	180
kaasuläppä	250
suuttimet	340
Vesiproput	9
Vesipumppu	63
Sytytystulpat	17
tulpanjohdot	107
Vauhtipyörän pulttisarja	10
Koneen tiivistesarja	59
yht.	4470
Koneistukset:	
Sylinterien hoonaus	
Dekkitasojen oikasu	300
Nokka-akselin laakerien asennus	
Runkolaakeripukkien laakeripesien pyöreys	
Kiertokankien pulttien asennus ja laakeripesien pyöreys	144
Työntötankojen ohjainlevyjen jysintä	40
yht.	484